

Escribir ciencia: un desafío que comienza en la escuela primaria

Carina Rudolph, Carla Inés Maturano, María Amalia Soliveres y Cinthia Perinez

*Instituto de Investigaciones en Educación en las Ciencias Experimentales (I.I.E.C.E.),
Facultad de Filosofía, Humanidades y Artes, Universidad Nacional de San Juan, Argentina,
crudolph@ffba.unsj.edu.ar, cmatur@ffba.unsj.edu.ar, msoliver@ffba.unsj.edu.ar*

[Recibido en diciembre de 2015 aceptado en abril de 2016]

Este estudio considera que el docente de ciencias debería ser mediador en la adquisición de habilidades de lectura y escritura en el área de Ciencias Naturales. Esto implica hacer transitar progresivamente a los estudiantes en los géneros específicos de las disciplinas, comenzando desde la escuela primaria. Este artículo propone el abordaje del género *relato de procedimiento* con el objeto de favorecer el aprendizaje de contenidos científicos mediante la escritura del procedimiento seguido en actividades experimentales llevadas a cabo en las clases de Ciencias Naturales. El estudio fue realizado en una escuela primaria de San Juan (Argentina) con estudiantes de quinto grado en dos encuentros en los que se abordaron contenidos relacionados con el sonido y sus características. En el análisis de las producciones escritas por los alumnos consideramos la estructura del relato elaborado en cada instancia y el contenido científico explicitado en las producciones. Los resultados sugieren que el guion de estructura del género proporcionado a los estudiantes ha favorecido la comunicación escrita del relato acerca de los experimentos realizados. Esto se evidencia en aspectos relacionados con el orden de las ideas, su presentación en forma más completa y los intentos de explicación de los fenómenos en estudio, mejorando el uso del lenguaje de la ciencia y el aprendizaje disciplinar.

Palabras clave: Escritura; Ciencias; Escuela Primaria; Experimentos; Relato de Procedimiento.

Writing science: a challenge that starts in primary school

This study considers that the science teacher should mediate in the acquisition of reading and writing abilities in the area of Natural Science. This means making students interact progressively with the specific genres of the disciplines, starting in primary school. This article proposes the approaching of the genre *procedural recount* with the aim of favoring the learning of scientific contents by writing about the procedure followed during experimental activities carried out in the Natural Science class. The study, made with a group of fifth grade students attending a primary school in the province of San Juan, (Argentina) consisted of two classes during which the teacher worked with contents related to the sound and its characteristics. In the analysis of the texts written by the students we considered the structure of the recount written in each instance and the scientific content stated in the students productions. The results suggest that when the structure of the genre is given to students, the written production is favored. This is shown in aspects related to the ordering of the ideas, its presentation in a more complete manner and the attempts to explain the phenomena under study, improving the use of the language of science and the learning of the discipline.

Keywords: Writing; Science; Primary School; Experiments; Procedural Recount.

Para citar este artículo: Rudolph, C.; Maturano, C. I.; Soliveres, M. A.; Perinez, C. (2016). Escribir ciencia: un desafío que comienza en la escuela primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (3), 544-557. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10498/18496>

Introducción

La enseñanza de la lectura y la escritura en las disciplinas no sólo es competencia del docente de Lengua puesto que no puede aprenderse una disciplina desligada de las formas discursivas que le son propias (Serra y Caballer, 1997; Alvarado, 2001; Carlino, 2005, 2013). La escritura podría entenderse como un instrumento de aprendizaje en el sentido que se constituye en un medio de transformación de los conocimientos (Carlino, 2005). De este modo, la adquisición de habilidades que se relacionan con la lectura y la escritura se debería promover en el

contexto formal del aula de ciencias, incorporando el lenguaje de la ciencia como una herramienta fundamental y permitiendo al estudiante clasificar, explicar y relatar las investigaciones que son la base para adquirir una perspectiva científica del mundo.

En el contexto de la escuela primaria, la ciencia busca iniciar al niño en la comprensión del conocimiento y procedimientos científicos, lo cual delimita los géneros que los alumnos deben comprender y producir. En una primera aproximación, no se debería hablar y/o escribir ciencia usando el lenguaje cotidiano sino desarrollar en los alumnos un uso específico del lenguaje de la ciencia (Christie y Derewianka, 2010). Este artículo intenta avanzar en un problema poco explorado en nuestro ámbito. En el contexto de la escuela primaria en Argentina, no se registran datos aunque Zamprogno, Romero y López (2015) hallaron problemas que se presentan al leer y escribir en los últimos años de la escuela primaria, asociados en parte a la ausencia de una secuencia de aprendizaje que evidencie una complejización progresiva de las prácticas de lectura y escritura y a que no se observan diferencias significativas en las prácticas empleadas para estudiar Lengua, Matemática y Ciencias ya sean Sociales o Naturales. Además, desde la perspectiva teórica de la Lingüística Sistémico-Funcional, la mayoría de las investigaciones en esta línea se refieren al ámbito universitario y secundario (López Bonilla, 2013). Teniendo en cuenta lo señalado por Cervetti et al. (2012) respecto de que la escritura en ciencias recibe poca atención en las prácticas escolares, resultaría imperativo realizar avances al respecto. Es el docente de ciencias el que puede y debería ser el mediador en la adquisición de estas habilidades, haciendo transitar a los estudiantes progresivamente en los géneros específicos de la disciplina.

Este artículo se centra en el abordaje de un género en particular en la escuela primaria, el *relato de procedimiento*, en clases donde se abordan de manera experimental contenidos científicos relacionados con el sonido y sus características. El objetivo del estudio exploratorio que se presenta es valorar la incidencia de proporcionar un guion de estructura en el proceso de escritura de un *relato de procedimiento* en clases de Ciencias Naturales en la escuela primaria, a los fines de favorecer la comunicación escrita de los contenidos escolares. La difusión de la propuesta mostraría al docente de ciencias una forma de abordar una práctica de escritura en las disciplinas.

Marco teórico

La escuela primaria es considerada como una etapa clave para sentar las bases del pensamiento científico (Furman y De Podestá, 2010). Un objetivo importante en las clases de ciencias del segundo ciclo del nivel primario es la realización de actividades experimentales, adecuadas a la edad y al contexto, tendiendo a la elaboración de conclusiones a partir de las observaciones realizadas, la información disponible, datos experimentales, debates y confrontación de ideas en clase dando las razones que permiten sostenerlas; la reflexión sobre lo producido y las estrategias que se emplearon (CFCE, 2004). Siguiendo los lineamientos oficiales del curriculum de Ciencias Naturales para la escuela primaria en Argentina, algunos de los contenidos que deberían abordarse en el segundo ciclo se relacionan con “la caracterización del sonido (por ejemplo, el timbre y la altura)” (MECT, 2005, p. 59). Sin embargo, los temas relacionados con el sonido suelen ser excluidos de los programas de estudio por muchos docentes, a pesar de la gran incidencia social de los fenómenos acústicos (Perales Palacios, 1997). García, Piñol y Abellán (2010) expresan que, a pesar de que su inclusión sea una forma ideal para que los estudiantes aprendan acerca de las características, conceptos y fenómenos asociados a las ondas, la falta de tratamiento de estos temas provoca que la mayoría de los estudiantes no sean capaces de diferenciar ciertas cualidades del sonido.

Considerando que este tema puede ser abordado de manera sencilla mediante la realización de experimentos, uno de los aspectos a tener en cuenta al seleccionar una actividad experimental es el grado de apertura. Este se refiere a la intervención del alumno sobre la formulación del problema y las hipótesis, las estrategias para su solución, los métodos de recogida de datos, y la diversidad de soluciones que se admiten; un mayor grado de apertura implica mayor protagonismo y ejercicio científico del alumnado, movilizándolo habilidades científicas (como construir hipótesis, diseñar experimentos o extraer conclusiones) que se aprenden y pueden promoverse incrementando paulatinamente el grado de apertura a lo largo de varias prácticas (Domènech Casal, 2013). Es por esto que en la escuela primaria suelen proponerse prácticas demostrativas-explicativas tendiendo poco a poco a prácticas más investigadoras.

Según Furman y De Podestá (2010), lo verdaderamente valioso cuando se habla de realizar experimentos en clase de ciencias en la escuela primaria no se relaciona tanto con el “hacer” vinculado a la preparación de materiales, sino con el “pensar” vinculado con las hipótesis, los datos recogidos, los resultados posibles y las conclusiones. Aunque lo primero puede resultar atractivo para los estudiantes, no implica necesariamente que aprendan conceptos y habilidades científicas; lo verdaderamente importante está en pensar acerca de los experimentos, lo cual debería volcarse en los registros que escriben los alumnos.

Para registrar los fenómenos de la naturaleza, las ciencias construyen su propio lenguaje, su propia forma de describir la realidad y las posibles relaciones que se establecen entre los elementos que la constituyen. Estar alfabetizado en ciencia implica poder comprender y usar el lenguaje disciplinar específico. El lenguaje científico puede ser una dificultad en el contexto escolar, en donde la enseñanza de la ciencia ocurre a través de la mediación del lenguaje, tanto escrito como oral (Mizuno Haydar, 2011).

Domènech Casal (2013) sostiene que para aprender a pensar ciencia es necesario aprender a escribir ciencia. Para este autor, los informes del trabajo práctico experimental realizado que comúnmente elaboran los estudiantes como resultado y material evaluable, suelen mostrar que los alumnos no piensan científicamente, o no saben elaborar mentalmente un discurso científico conexo, para lo cual es necesario un apoyo lingüístico, asociado al dominio de tipos textuales concretos.

No se debe intentar separar la enseñanza de las formas de un determinado texto de la de sus contenidos porque cuando los alumnos aprenden ciencias, también aprenden a describir, a justificar, a argumentar, a definir o a escribir informes de laboratorio (Márquez, 2005). Esto implica que las demandas al alumnado en las clases de ciencias, expresadas generalmente a través de verbos, como por ejemplo: describir, explicar, argumentar, entre otros, se corresponden con distintas tipologías de texto.

Dentro del marco de la Lingüística Sistémico-Funcional, la denominada escuela de Sydney, cuyos principales representantes son Christie, Derewianka, Martín, Unsworth, Veel, entre otros, ha desarrollado programas de escritura basados en los géneros de las ciencias que deberían abordarse en la escuela primaria y secundaria. Estos programas enfatizan la necesidad de iniciar a los estudiantes en la comprensión del conocimiento y los procedimientos científicos, lo cual implica, no sólo aprender un lenguaje científico, sino también un conjunto de tipos de textos o géneros que codifican este conocimiento (Christie y Derewianka, 2010). Los primeros géneros que abordan los estudiantes de ciencias son el *procedimiento* y el *relato de procedimiento* ya que comienzan a aprender sobre un tema en particular desde la observación y la experimentación; por lo tanto, los textos que leen a tal fin contienen una serie de instrucciones acerca de qué hacer, el *procedimiento*. Así mismo, cuando escriben sobre el experimento, este texto normalmente relata la experiencia o procedimiento como un primer paso en la documentación, lo cual constituye un género en particular, el *relato de procedimiento*.

Este último es un texto declarativo, con verbos en pasado recontando la experiencia que los estudiantes han vivido/experimentado. En los *procedimientos* y *relatos de procedimiento*, la experiencia brinda una base concreta para organizar el conocimiento del cual están escribiendo (Schlepppegrell, 2004). En esta misma línea, Brisk (2014) destaca la conexión entre estos dos géneros y señala que no se debe confundir el *procedimiento* con el *relato de procedimiento*. Mientras que el procedimiento indica cómo hacer algo, el relato de procedimiento relata qué sucedió en ese proceso basándose en la observación del mismo. Esta autora menciona que, dependiendo de la edad de los estudiantes, con frecuencia, los *relatos de procedimiento* combinan imágenes que ilustran los pasos del experimento.

Este artículo aborda el *relato de procedimiento*, un género prototípico de la clase de ciencias en la escuela primaria, el cual se escribe a partir de la observación y el registro de un fenómeno. Este género se despliega en una estructura típica que consta de una serie de etapas, cada una de las cuales tiene una función determinada: <propósito>, <registro de eventos> y <conclusión> (Christie y Derewianka, 2010). En la etapa del <propósito> se establece lo más claramente posible cuál es el objetivo de la experiencia, y usualmente se incluyen los materiales a utilizar; en la etapa <registro de eventos> se reconstruyen de manera ordenada los pasos que se llevaron a cabo; y por último, en la etapa <conclusión> se explica lo realizado en relación con el contenido científico. Sin embargo, en una primera aproximación al género, esta estructura tiende a simplificarse reemplazando la etapa del propósito por una etapa <materiales> y conservando, a su vez, las dos etapas restantes.

El trabajo con esta estructura típica podría favorecer el aprendizaje de contenidos científicos a través de la escritura del procedimiento seguido en actividades experimentales llevadas a cabo en las clases de Ciencias Naturales. En este artículo mostramos los resultados de un estudio exploratorio realizado con estudiantes de escuela primaria, analizando, en primer lugar, la producción escrita sin instrucciones previas luego de realizar experimentos y, en segundo lugar, mostrando cómo el conocimiento de la estructura propuesta para organizar el relato favorece tanto la organización del escrito como la explicación de los contenidos científicos por parte de los estudiantes.

Metodología

La intervención didáctica se llevó a cabo en dos clases de Ciencias Naturales en las cuales los estudiantes realizaron experimentos produciendo diferentes sonidos y escribieron el *relato de procedimiento*. La metodología utilizada en la clase intenta superar la enseñanza tradicional basada en la explicación del profesor y centrada exclusivamente en el libro de texto, buscando técnicas alternativas que en educación primaria podrían conducir a mejores resultados (Gil Flores, 2014), a través de la participación en trabajos prácticos, de campo o de laboratorio, el trabajo colaborativo y la realización de observaciones y experimentos que tendrían un efecto motivador para el alumnado de ciencias. La propuesta metodológica tiene en cuenta también, como un aspecto muy importante del proceso de aprendizaje, la comunicación por parte del alumnado de sus ideas especialmente en la elaboración de conclusiones a partir de la información obtenida en un proceso experimental. Estos aspectos son incluíbles en una actividad de indagación desde la etapa de primaria (Gil Quílez et al., 2008).



Participaron alumnos de quinto grado (N=25, edades que oscilan entre 10 y 11 años) de una escuela primaria ubicada en una zona aledaña de la ciudad de San Juan, Argentina. Realizamos dos encuentros de una duración de 80 minutos cada uno. Los contenidos abordados se relacionan con el sonido y sus características (tono, timbre e intensidad).



Las actividades desarrolladas en el *primer encuentro* fueron las siguientes:

- A. introducción al tema a partir de la escucha del audio de una melodía, en primer lugar, ejecutada con un solo instrumento de cuerda (A) (guitarra) y en segundo lugar con varios instrumentos (B) (viento/cuerda/percusión). Con el objetivo de que los estudiantes explicitaran sus ideas en relación al tema se les formularon oralmente las siguientes preguntas: (A) ¿qué escuchamos?; ¿qué instrumentos reconocen?; ¿hay variaciones del sonido a lo largo de la melodía?; (B) ¿todos los sonidos son producidos por un mismo instrumento?; ¿todos los instrumentos suenan igual? ¿qué instrumentos pueden reconocer?; ¿por qué suenan diferente esos instrumentos? La discusión se guio a fin de identificar, por un lado, el mecanismo de producción del sonido y el elemento vibrante en cada caso (cuerda, membrana, columna de aire) y, por otro lado, asociar los conceptos científicos de timbre, intensidad y frecuencia (tono) del sonido con lo escuchado. A partir de las respuestas, se redactaron algunas ideas que relacionan los fenómenos físicos analizados en el audio con los conceptos mencionados. Se escribieron dichas ideas en un afiche para ser recuperadas en el siguiente encuentro.
- B. realización de experimentos con un bajo grado de apertura, a través de una práctica explicativa, realizada en grupos pequeños (cuatro integrantes), siguiendo una guía de trabajo (ver Figura 1) que propone diferentes acciones a realizar usando material de fácil acceso y bajo costo para producir diferentes sonidos, proporcionado por los docentes. En esta instancia los estudiantes experimentaron mediante diferentes mecanismos (soplar/golpear una botella) para obtener sonidos a partir de la vibración de una columna de aire o de líquido (agua). En ambos casos, se propuso a los estudiantes vincular lo realizado en cada experimento con los conceptos que se abordaron previamente, es decir, tono, timbre e intensidad.
- C. producción escrita individual de un texto que describa y explique lo realizado. Cada estudiante pudo organizar libremente su escrito, a partir del recuerdo inmediato de lo realizado en los experimentos.

🎵 Sonidos con botellas 🎵

I. Lee atentamente las instrucciones y realiza el experimento

1. Toma dos botellas de vidrio iguales. 
2. Llénelas con diferente cantidad de agua. 
3. Trata de obtener notas altas y bajas de esta forma:
 - a) Sopla a través del cuello de cada botella.
¿Cuál produce la nota más aguda?
 - b) Golpea cada una de las botellas con una cuchara.
¿Cuál produce ahora la nota más aguda?

- ¿Cómo suenan las botellas en cada una de las situaciones (a) y (b)?
- Compara las situaciones (a) y (b). ¿Por qué consideras que los sonidos son diferentes en cada caso?

II. Escribe un texto contando el experimento realizado con las botellas

Figura 1. Guía de trabajo propuesta en el primer encuentro.

Durante el *segundo encuentro*, las actividades fueron:

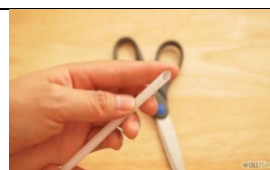
- A. revisión de lo realizado en el encuentro anterior. Se guio a los estudiantes mediante preguntas para instarlos a recordar las actividades del primer encuentro, especialmente en lo que se refiere a las características del sonido. Se recuperaron y discutieron nuevamente las ideas escritas en el afiche durante el encuentro anterior.
- B. realización por parte del docente y algunos estudiantes de un experimento sencillo cuyo objetivo es analizar los sonidos que se obtienen soplando un sorbete, mientras se cambia la longitud del mismo.
- C. lectura y análisis de un texto modelo para identificar la estructura de un *relato de procedimiento* (ver Figura 2). Se presentó a los estudiantes el *relato de procedimiento* correspondiente al nuevo experimento del sorbete y se les pidió que, a partir de su lectura, identificaran las secciones del mismo. El docente guio a los estudiantes planteando las siguientes preguntas para favorecer la discusión: ¿se puede dividir el texto en partes?; ¿cuántas partes tendría?; ¿cuáles son?; ¿qué preguntas nos haríamos para dar cuenta del contenido de cada parte? En esta actividad se pretendía que infirieran las preguntas que responden a las tres secciones o etapas de la estructura del relato (¿qué necesitamos?, ¿qué hicimos y qué observamos?, ¿cómo explicamos lo que ocurrió en este experimento?). A partir de las preguntas, se asignaron las etiquetas correctas a cada sección (<materiales>, <registro de eventos> y <conclusiones>), consensuando la información que se incluye en cada etiqueta, haciendo hincapié tanto en la estructura como en los recursos lingüísticos necesarios para redactar cada sección, según el siguiente detalle:
 - Materiales:
 - ✓ ¿Cómo presento los materiales? (listado)
 - Registro de eventos:
 - ✓ ¿Cómo empiezan las oraciones? (conectores cronológicos – orden de los pasos)
 - ✓ ¿En qué tiempo están conjugados los verbos? (tiempo pasado)
 - Conclusión:
 - ✓ ¿Qué tipo de cláusula se usa para una conclusión? (generalización – cláusula condicional)
 - ✓ Uso de las palabras específicas del tema del experimento (sonido, grave, agudo, vibrar, aire)
- A. repetición de los experimentos del encuentro anterior, esta vez en forma demostrativa, por razones de tiempo, frente a la clase con participación de algunos estudiantes.
- B. reescritura del texto producido por los estudiantes en el primer encuentro. Una vez consensuado el guion de la estructura de un *relato de procedimiento*, se le entregó a cada estudiante su primera producción, solicitándole su reescritura a fin de mejorar tanto la organización como el contenido científico.

Tarea 1

Lee el siguiente texto e identifica las secciones del mismo:

CAMBIANDO EL SONIDO

Un sorbete
Tijera



Primero, soplamos por un extremo del sorbete prestando atención al sonido. Después, mientras seguíamos soplando, un compañero cortó un pedazo del sorbete con mucho cuidado y escuchamos atentamente el sonido. Luego, nuestro compañero siguió cortando pedazos del sorbete y nos dimos cuenta de que el sonido cambiaba cada vez que el sorbete quedaba más corto.

Cuando soplamos en el sorbete entero el aire vibra lentamente y produce un sonido. Al acortar el sorbete el aire vibra más rápido y el sonido es más agudo que en el caso anterior.

Tarea 2

Observa el siguiente cuadro y úsalo como guía para reescribir el texto del experimento “Sonidos con botellas”.

Relato de procedimiento: observación y registro de fenómenos.

| SECCIONES | ¿QUÉ ESCRIBIR? | ¿CÓMO ESCRIBIRLO? |
|----------------------------|----------------------------------|--|
| MATERIALES | ¿Qué usaron? | <ul style="list-style-type: none"> • Listen los elementos usados. |
| REGISTRO DE EVENTOS | ¿Qué hicieron y qué pasó? | <ul style="list-style-type: none"> • Escriban de forma ordenada los pasos realizados. • Escriban en tiempo pasado. • Usen conectores tales como: en primer lugar, luego, después, finalmente. |
| CONCLUSIONES | ¿Cómo se explica lo que sucedió? | <ul style="list-style-type: none"> • Escriban unas pocas oraciones cortas explicando lo que ocurrió en los experimentos. • Usen vocabulario específico de la ciencia. |

Figura 2. Guía de trabajo propuesta en el segundo encuentro.

Categorías de análisis

En el análisis de las producciones escritas por los alumnos consideramos, por un lado, si el texto está organizado según la estructura de un *relato de procedimiento*, es decir, si incluye las tres secciones identificadas: materiales, registro y conclusiones. A su vez, analizamos si la escritura de cada sección responde a cada uno de los pasos, es decir, si: (a) se listan los materiales, (b) se siguen los procedimientos en orden cronológico o secuencial, usando el tiempo verbal y los conectores correspondientes, y (c) se incluye una conclusión que vincule lo realizado con el contenido científico.

Por otro lado, analizamos el contenido científico explicitado en las producciones teniendo en cuenta aspectos tales como los conceptos trabajados (tono, timbre e intensidad), el uso de vocabulario específico de las ciencias para referirse a estos conceptos (agudo/grave, soplido/golpe, fuerte/bajo), entre otros.

Resultados

Para mostrar los resultados obtenidos en la aplicación, detallaremos en primer lugar el análisis de los escritos que los estudiantes elaboraron durante el primer encuentro, luego de haber realizado el experimento. Posteriormente, presentaremos el detalle de la reescritura de los relatos después de haber repetido el experimento y haber consensuado el guion de la estructura del *relato de procedimiento* en el segundo encuentro. En cada caso incluimos algunos fragmentos de las producciones de los alumnos a modo de ejemplo, resaltando con letra negrita los aspectos que queremos destacar en el análisis. Hemos transcrito dichos fragmentos tal como figuran en las producciones de los estudiantes, por lo que conservan los errores de ortografía y/o dificultades en la redacción de los textos originales.

Primera producción escrita

Teniendo en cuenta las categorías de análisis propuestas evaluamos las primeras producciones de los estudiantes. En lo que se refiere a la estructura del relato, notamos que los alumnos no incluyeron una lista de los materiales utilizados, centrando su atención en relatar la experiencia. Utilizaron, por ejemplo, una secuencia de pasos en tiempo pasado ya sea enumerándolos:

1_Primero tomamos dos botellas de vidrio pequeñas. 2_Las llenamos con diferente cantidad de agua una con poca agua y otra con mucha agua. 3_Luego tratamos de ver si obteníamos notas bajas o altas. 4_ ¿Como tratamos de ver si eran altas o bajas? Lo hicimos soplando por el cuello de las botellas. 5_Luego golpeamos las botellas con una cuchara y la más aguda era la que tenía menos agua.

o usando conectores temporales:

*Primero tomamos dos botellas iguales, **después** hemos llenado una botella con más agua y la otra con un poco menos. Luego soplamos las botellas y teníamos que diferenciar cual es aguda y cual es grave luego las golpeamos y diferenciamos cual es aguda y cual es grave y **al último** respondimos dos preguntas.*

Destacamos que un escaso porcentaje de alumnos (28%) formuló uno o más enunciados generales tratando de explicar lo que ocurrió en el experimento, relacionando el tono del sonido con la cantidad de agua contenida en cada una de las botellas, por ejemplo:

*[...] nos dimos cuenta que una sonaba grave y otra aguda **debido a la cantidad de agua** que habíamos colocado.*

Respecto del contenido científico explicitado en el primer escrito, destacamos una escasa presencia de los conceptos científicos trabajados al inicio del encuentro, es decir, de la explicitación de los términos tono, timbre e intensidad del sonido. Sólo en un caso, el estudiante incluyó estos términos, pero no logró vincularlos con la situación experimental.

*Al principio le pusimos agua a cada botella, a una más que la otra. Y después soplamos y una sonaba más grave y [...] y luego las golpeamos y [...] Tiene sonido, **tono, intensidad, timbre y onda**.*

En lo que se refiere al uso de vocabulario específico para referirse a estos conceptos físicos, notamos una presencia más frecuente (60%) de los términos cotidianos relacionados con el tono (sonidos agudos/graves; notas altas/notas bajas), si se lo compara con la inclusión de referencias al timbre (diferentes sonidos al soplar o golpear) y a la intensidad (sonidos fuertes/débiles).

*Primero llenamos las dos botellas con agua. Luego llenamos con diferente cantidad de agua. Después teníamos que obtener **notas altas y bajas** y después soplamos a través del cuello de cada botella. Y tocamos con las cucharas las botellas para ver cuál de los sonidos era **grave o agudo**. Cada una*

de las ondas producidas por el aire y objetos tienen distintos sonidos en botellas de vidrio.

*En este experimento logramos saber y averiguar más de lo de un sonido. Uno **fuerte** y otro **débil**, uno **grave** y otro **agudo**.*

Respecto de la explicitación del proceso experimental, notamos que en algunos textos (64%) no se asoció cada sonido con la botella correspondiente, por ejemplo:

*[...] las hacemos sonar y **suenan distinto** y vemos si es **grave o aguda**. Las golpeamos y vemos **cuál suena más grave o aguda** [...].*

En otros casos (24%) se asoció en detalle con una de las acciones y no con la otra. Por ejemplo, cuando se relaciona cada botella con el tono del sonido producido al soplar y no al golpear, un estudiante escribió:

*[...] Tuvimos dos botellas chicas iguales y les echamos agua a la primer botella le echamos mucha agua y en la segunda menos y **soplamos la primera y tuvo un sonido agudo y soplamos la otra y tuvo un sonido grave** después **golpeamos** con una cuchara la primera y después la segunda y **tuvo la primera un sonido y la segunda otro sonido** [...].*

También encontramos un estudiante que sólo asoció el tono del sonido con la botella correspondiente al golpear y no al soplar:

*[...] Luego **golpeamos** las botellas con una cuchara y **la más aguda era la que tenía menos agua**.*

Únicamente dos alumnos incluyeron la relación entre el sonido emitido y la fuente para ambas acciones, como por ejemplo:

*[...] Luego **soplamos la que tenía más agua y sonó aguda** y después **la que tenía menos agua y sonó grave**. Después **golpeamos la botella que tenía más agua con una cuchara y sonó grave**, en cambio **cuando golpeamos la botella que tenía menos agua sonó aguda** [...].*

Para mostrar las diferencias entre los sonidos producidos, en algunas ocasiones, recurrieron a imágenes consistentes en dibujos con signos que muestran de manera poco clara algunos aspectos abordados en el experimento (Figura 3).



Figura 3. Dibujo que acompaña la primera producción de un estudiante.

Cuando intentaron explicar las diferencias entre los sonidos, las asociaron solamente con la cantidad de agua contenida en las botellas, tanto para la acción de golpear como de soplar, lo cual indica que no distinguieron correctamente cuál es la fuente del sonido (agua/aire) en cada caso.

*[...] Luego nos dieron una cuchara para poder golpear las botellas y nos dimos cuenta que una sonaba grave y otra aguda. **Debido a la cantidad de agua que habíamos colocado**.*

En algunas producciones la relación entre el sonido emitido y el emisor no es clara, como en el siguiente ejemplo:

[...] *Suenan diferentes por que una tiene más agua y entonces no le entra mucho aire y suena grave la otra como tiene menos agua entra más aire y entonces suena muy agudo [...].*

Esto podría deberse a que aparentemente, durante el experimento, los estudiantes no asociaron convenientemente los sonidos con su frecuencia (agudo/grave), o a que no recordaron la asociación de cada sonido con su emisor al momento de escribir.

Segunda producción escrita

Para elaborar la segunda producción escrita, los estudiantes tuvieron acceso al guion de estructura y a su primera producción. También tomamos los recaudos necesarios para que los estudiantes tuvieran la posibilidad de repetir la experiencia durante la escritura, colocando en el aula un lugar especial con los materiales necesarios para realizar el experimento.

La estructura de la segunda producción muestra que en su mayoría (84%), los estudiantes tuvieron en cuenta el guion de estructura del *relato de procedimiento*, respetando las tres etapas sugeridas: <materiales>, <registro de eventos> y <conclusión>. Esta estructura de relato se visualiza claramente en el ejemplo que incluimos en la Figura 4.

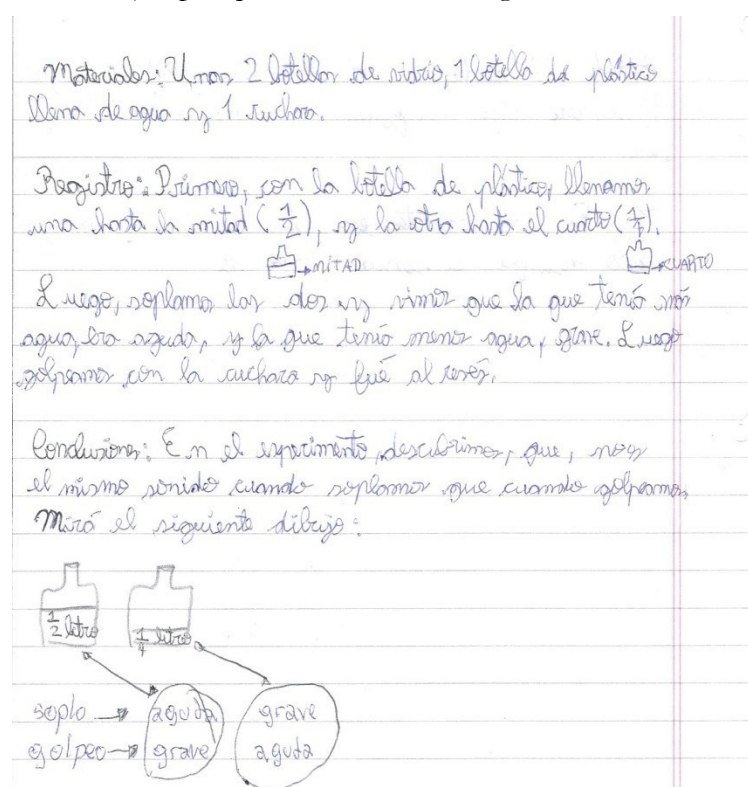


Figura 4. Relato de procedimiento elaborado por un estudiante en el segundo encuentro.

Es posible afirmar que casi la totalidad de los relatos (92%) incluye el listado completo de los materiales utilizados. En la etapa siguiente, la mayoría optó por escribir un registro de los procedimientos seguidos en tiempo pasado (96%), utilizando conectores temporales y de orden cronológico (84%), lo cual mejoró la presentación y organización de los pasos seguidos, si se lo compara con la primera producción. Otro aspecto que muestra avances al tener en cuenta el guion de estructura, es que el 80% de la muestra redactó una conclusión en la que lograron, con diferentes grados de rigurosidad, retomar los aspectos más relevantes del experimento y explicarlos en relación con los aspectos teóricos abordados en la clase.

Para sintetizar los resultados obtenidos, en virtud de las categorías utilizadas, presentamos la Tabla 1, la cual muestra la evolución de la producción escrita de los estudiantes en relación con la estructura del *relato de procedimiento* para ambas instancias.

Tabla 1. Análisis de la estructura del *relato de procedimiento* producido por los estudiantes.

| Categorías de análisis | Primera producción | Segunda producción |
|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| Listado de los materiales | --- | 92% |
| Registro de eventos: | | |
| – uso de tiempo verbal pasado | 64% | 100% |
| – uso de conectores temporales | 72% | 92% |
| Conclusión | 28% | 80% |

En lo que se refiere al contenido científico explicitado en las producciones, notamos dificultades al apropiarse de dichos conceptos, aun cuando algunos estudiantes lograron expresar una relación adecuada en la conclusión integrando los conceptos de tono y timbre con el experimento, como por ejemplo los estudiantes que escribieron:

[...] *Al golpear con las cucharas una suena con un **tono** más alto y la otra con uno más bajo.*

[...] *Yo descubrí que al golpear **timbraba** el agua y al soplar las botellas **timbra** el aire.*

El concepto de intensidad no fue mencionado de manera explícita en las conclusiones redactadas, lo cual asociamos a que no fue trabajado específicamente en el experimento.

Para referirse a las características del sonido analizadas en las clases, los estudiantes prefirieron expresarse en términos más usuales en la cotidianidad como agudo/grave para referirse al tono (88%) y fuerte/despacio para hacer alusión a la intensidad (4%):

[...] *Descubrimos en este experimento si es **agudo** o **grave** si es **fuerte** o **despacio**.*

Asimismo, para distinguir los sonidos, aunque muchos no usaron el concepto de timbre de manera explícita, hubo una asociación directa con el material vibrante y el mecanismo de producción:

*Cuando **soplamos** en la botella **vibraba el aire** y cuando **golpeábamos** las botellas **vibraba el agua**.*

Tal como destacamos anteriormente, en el primer encuentro muchos estudiantes sólo lograron considerar una de las acciones realizadas (golpear/soplar) en la producción escrita. Esta falencia se ve ampliamente superada en la etapa <registro de eventos> o <conclusión> de la segunda producción, en la cual lograron diferenciar el tono de los sonidos y los mecanismos de producción. La siguiente conclusión muestra en detalle lo ocurrido con los cuatro sonidos analizados:

*Cuando **soplamos** la botella que tenía menos agua y más aire suena grave y cuando **soplamos** la que tiene más agua y menos aire suena aguda. Cuando **golpeamos** la que tiene menos agua suena aguda y cuando **golpeamos** la que tiene más agua suena grave.*

Algunos estudiantes, si bien no pudieron escribir esto, fueron capaces de expresar lo mismo a través de un dibujo, como se apreciaba en la Figura 5.

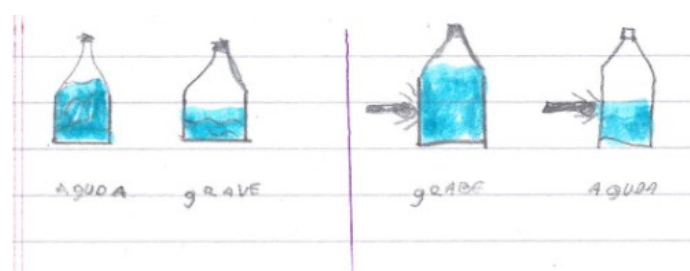


Figura 5. Dibujo que acompaña la segunda producción de un estudiante.

Este detalle y claridad en las respuestas no fue alcanzado por todos los estudiantes, ya que, si bien estructuraron mejor su relato, no diferenciaron estos aspectos (lo cual podría deberse a que no identificaron cada sonido con la botella correspondiente), ni intentaron explicar las causas de las diferencias. Esto ocurre por ejemplo en la siguiente producción:

[...] *Que cuando soplamos escuchamos cuál de las dos es aguda o grave y con las cucharas golpeamos también las botellas a ver cuál es grave o aguda.*

Discusión

Los resultados muestran que los estudiantes tienen dificultades para producir, sin instrucciones previas, un *relato de procedimiento*. Este estudio ha permitido identificar los aspectos que presentan más dificultad en los escritos, tanto en la estructura como en la inclusión del lenguaje de la ciencia. En los primeros relatos, observamos indicios de una secuencia de pasos, aunque no un intento de explicación de lo que sucede en el experimento, limitándose los estudiantes a describir las evidencias, sin explicar ni relacionar con el contenido científico. La escasa presencia de términos específicos de la ciencia podría estar indicando que están habituados a expresar cuestiones científicas usando lenguaje cotidiano en las clases de ciencias y que es necesario intervenir de otro modo, solicitando su inclusión en el relato.

Luego de presentarles el guion de estructura del género *relato de procedimiento*, los estudiantes logran mejorar su producción escrita, trascendiendo la descripción que hicieron en el primer escrito, intentando explicar el fenómeno e incluyendo en mayor medida los conceptos analizados en la clase. En esta segunda instancia los estudiantes lograron incluir más términos del vocabulario de las ciencias y mayor cantidad de relaciones con el contenido cuando se les solicitó explícitamente que lo hagan. Esto confirma lo expresado por Martín (1993) respecto a que es necesaria una clara comprensión del rol fundamental del lenguaje científico para hacer ciencia. La inclusión de términos propios de la ciencia en vez de escribir “en sus propias palabras” (Wignell, 1987, en Martín, 1993), ayuda a que los estudiantes no sean desalentados como jóvenes escritores de ciencia en esta etapa temprana.

Sin haberlo solicitado en la consigna, algunos estudiantes incluyeron en ambas instancias imágenes (dibujos) como modo de expresión. Esto muestra que las imágenes son parte del modo de comunicación aprendido y empleado en la escritura de las ciencias en los primeros años y tienen un rol fundamental en la construcción del significado (Martín, 1993).

Conclusiones

La investigación realizada presenta el diseño y la aplicación de una situación concreta de práctica de escritura en la escuela primaria que muestra el modo en que el docente disciplinar puede intervenir para favorecer la lectura y la escritura, a la vez que promueve la construcción de conocimientos científicos.

La intervención descrita en este artículo es una primera aproximación al abordaje de la escritura en el aula de ciencias para el grupo de alumnos de la muestra. Del testimonio de la docente del aula, es posible inferir que los estudiantes no están habituados a producir textos en la clase de ciencias ni a revisar los textos producidos para mejorarlos en la reescritura. Consideramos que los resultados obtenidos podrían mejorar con grupos de estudiantes que trabajen asiduamente la escritura en ciencias en el marco de un plan progresivo. Por otra parte, este estudio podría profundizarse analizando en futuras investigaciones los relatos producidos en otras condiciones en las que los estudiantes, en vez de relatar y explicar un experimento propuesto por el docente, pudieran diseñar primero y luego elaborar el relato del experimento realizado, aumentando gradualmente el grado de apertura.

Los resultados obtenidos corroborarían lo expresado por Lerner, Aisenberg y Espinoza (2010), quienes señalan que el trabajo de escritura, en interacción con la actividad experimental, se ve favorecido y apoyado por la escritura misma; la cual ayuda a reflexionar facilitando a los estudiantes la interpretación sobre la relación entre el experimento y el contenido teórico de enseñanza. En síntesis, esta investigación confirma la necesidad de ocuparse explícitamente de la lectura y la escritura en las clases de ciencias y propone un plan concreto de acción que puede ser adaptado por cada docente a otros temas y experimentos para contribuir al mejoramiento de los aprendizajes a través de las tareas de leer y escribir ciencia desde la escuela primaria.

Referencias bibliográficas

- Alvarado, M. (2001). Enfoques en la enseñanza de la escritura. En M. Alvarado (coord.). *Entre líneas: teorías y enfoques en la escritura, la gramática y la literatura* (pp. 13- 50). Buenos Aires: Manantial.
- Brisk, M. E. (2014). *Engaging students in academic literacies: Genre-based pedagogy for K-5 classrooms*. New York: Routledge.
- Carlino, P. (2005) *Escribir, leer y aprender en la universidad. Una introducción a la alfabetización académica*. Bs. As: FCE
- Carlino, P. (2013). Alfabetización académica diez años después. *Revista mexicana de investigación educativa* 18(57), 355-381.
- Cervetti, G. N., Barber, J., Dorph, R., Pearson, P. D., y Goldschmidt, P.G. (2012). The impact of an integrated approach to science and literacy in elementary school classrooms. *Journal of Research in Science Teaching* 49(5), 631–658.
- Christie, F. y Derewianka, B. (2010). *School discourse: Learning to write across the years of schooling*. London: Continuum International Publishing Group.
- Consejo Federal de Cultura y Educación (2004). *Núcleos de Aprendizaje Prioritarios*. Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
- Domènech Casal, J. (2013). Secuencias de apertura experimental y escritura de artículos en el laboratorio: un itinerario de mejora de los trabajos prácticos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias* 31 (3), 249-262.
- Furman, M. y Podestá, M. E. (2010). *La aventura de enseñar ciencias naturales*. Buenos Aires: Aique.
- García Molina, R., Piñol, N., Abellán, J. Se ve, se siente... el sonido está presente. *Revista Alambique* 64, 72 – 78.

- Gil Flores, J. (2014). Metodologías didácticas empleadas en las clases de ciencias y su contribución a la explicación del rendimiento. *Revista de Educación* 366, 190-214.
- Gil Quílez, M. J., Martínez, M. B., Gándara, M., Calvo, J. M. y Cortés, A. L. (2008). De la universidad a la escuela: no es fácil la indagación científica. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* 63(22,3), 81-100.
- Lerner, D., Aisenberg, B. y Espinoza, A. (2010). La lectura y la escritura en la enseñanza de las Ciencias Naturales y de las Ciencias Sociales. Una investigación en didácticas específicas. En J. Castorina y V. Orce (Coords). *Anuario del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Educación*. Buenos Aires: FFyL. UBA.
- López-Bonilla, G. (2013). Prácticas disciplinares, prácticas escolares: Qué son las disciplinas académicas y cómo se relacionan con la educación formal en las ciencias y en las humanidades. *Revista mexicana de investigación educativa* 18(57), 383-412.
- Márquez Bargalló, C. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educación* 33, 27-38.
- Martin, J. (1993) Literacy in Science: Learning to handle text as technology. En M. A. K. Halliday y J. R. Martin, *Writing Science. Literacy and Discursive Power*. London: Falmer.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología (MECT). (2005). *Núcleos de aprendizaje prioritarios. 2º Ciclo EGB y nivel primario*. Buenos Aires: MECT. Disponible en: http://www.me.gov.ar/curriform/publica/nap/nap_egb2.pdf
- Mizuno Haydar, J. (2011). El lenguaje de la ciencia. En N. Barletta Manjarrés y D. Chamorro Miranda (Eds.) *El Texto Escolar y el Aprendizaje: Enredos y Desenredos*. Barranquilla: Ediciones Uninorte.
- Perales Palacios, F. J. (1997). Escuchando el sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. *Enseñanza de las Ciencias* 15 (2), 233-247.
- Serra, R. y Caballer, M. J. (1997). El profesor de ciencias también es profesor de lengua. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales* 4(12), 43-49.
- Schleppegrell, M. J. (2004). *The language of schooling: A functional linguistics perspective*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Zamprogno, G. F. Romero del Prado, M. E. y López, M. E. (2015). Leer y escribir para estudiar en los últimos años de la escuela primaria. Desafíos, problemas, posibilidades. *Anuario de Investigaciones de la Facultad de Psicología* 2(1), 166-175.